Zur Histogenese der menschlichen Grosshirnrinde.

Von stud. med. **Sigmund Fuchs,**
Demonstrator am physiologischen Institute zu Wien.

I. Einleitung und Historisches.

Den Ausgangspunkt für die Untersuchungen, deren Resultate ich im Folgenden darlegen will, bildete eine vor zwei Jahren in diesen Berichten erschienene Abhandlung von Sigmund Exner,[1] auf deren Inhalt ich vor Allem näher eingehen möchte.

Die Histologie der Grosshirnrinde gehörte von jeher zu den schwierigsten Problemen mikroskopischer Forschung, und besonders waren es auch Fragen über Masse und Verlauf der markhaltigen Nervenfasern, deren Beantwortung durch die verschiedenen Forscher in höchst differenter Weise erfolgte, woraus zur Genüge hervorgeht, dass auch eine nur einigermassen vollständige und sichere Darstellung jener Fasern nicht gelungen war. Es sei in Bezug auf die verschiedenen Angaben auf Exner's Abhandlung verwiesen, in welcher dieselben zusammengestellt erscheinen.

Die Ursache dieser Meinungsverschiedenheiten mag wohl vor Allem in der Unzulänglichkeit der Methoden gelegen sein, welche es schwierig und sehr oft unmöglich machten, einzelne markhaltige Fasern in dem wirren Netze der Grundsubstanz der Rinde hinlänglich scharf von anderen Gewebselementen zu sondern und der Beobachtung zugänglich zu machen.

Dieser Unsicherheit bereitete Exner dadurch ein Ende, dass er uns in dem Ammoniak ein Mittel kennen lehrte, welches in ausgezeichneter Weise die Eigenschaft hat, das Stützgewebe der nervösen Centralorgane, das vermuthlich zum grössten Theile

[1] Sigm. Exner. Zur Kenntniss vom feineren Baue der Grosshirnrinde. Sitzb. der k. Akad. der Wissensch. III. Abth., Febr.-Heft, Jahrg. 1881.

identisch ist mit dem „Neurokeratin“ von Ewald und Kühne,[1] aufquellen, und dadurch auch die feinsten markhaltigen Nervenfasern mit ausserordentlicher Schärfe sichtbar zu machen. Seine Methode beschreibt Exner selbst[2] in folgender Weise:

„Die zu untersuchenden Abschnitte des Centralnervensystems wurden in möglichst frischem Zustande in Stücken, die höchstens die Grösse von 1 Cc. hatten, in 1% Osmiumsäure gelegt. Es ist gut, wenn das Volumen derselben das des Präparates um wenigstens das Zehnfache übertrifft. Nach zwei Tagen wird die Osmiumsäure durch frische ersetzt, bei grösseren Präparaten wird diese Erneuerung nach einigen Tagen wieder vorgenommen. Nach 5—10 Tagen sind die Stücke gewöhnlich durchgefärbt. So weit meine Erfahrungen reichen, bleiben die Objecte in brauchbarem Zustande, wenn man sie jetzt auch noch einige weitere Wochen in Osmiumsäure liegen lässt; nach Monaten und Jahren aber werden sie merklich schlechter.

Nun wurde ein solches Stück oberflächlich in Wasser abgespült und auf einige Secunden in Alkohol gelegt, letzteres nur zu dem Zwecke, um es besser in Öl-Wachs-Masse einbetten zu können. Dies geschah in einem Mikrotom. Dann wurde mit in Alkohol befeuchtetem Messer geschnitten. Die Schnitte, die wegen der intensiven Schwärzung des Präparates sehr dünn sein müssen, werden in Glycerin gelegt, — längerer Aufenthalt in Alkohol schadet ihnen — und dann auf einen Objectträger gebracht, auf dem sich ein Tropfen starken Ammoniakwassers befindet. Das Glycerin, das am Schnitte haftet, genügt, ihn durchsichtig zu erhalten. Es ist gut, einige Minuten mit dem Aufsetzen des Deckgläschens zu warten, bis das Ammoniak genügend eingewirkt hat. Ich benütze diese Zeit dazu, mit Filtrirpapier etwas Flüssigkeit abzusaugen, da wenigstens ein grösserer Schnitt immer zu viel Glycerin auf den Objectträger mitbringt, und ein Paar Deckglasstützen aus Blumenpapier aufzusetzen. Das Deckglas wird rasch aufgesetzt, da im entgegengesetzten Falle der durch das Ammoniak schleimig gewordene Schnitt sich faltet oder verzerrt.

---

[1] Ewald, A. und Kühne, W. Über einen neuen Bestandtheil des Nervensystems. Verhandlungen des naturh.-med. Vereines zu Heidelberg. I. Bd., 5. Heft.

[2] Exner, l. c. p. 1.

Es ist gut, das Präparat gleich anzusehen, da es in diesem Momente am besten ist, und von da ab täglich an Schönheit abnimmt. Um es doch längere Zeit zu bewahren, umrande ich das Deckgläschen mit Wasserglas.

Das Wesentliche an dieser Procedur ist die Verwendung des Ammoniaks. Anfangs wendete ich ammoniakalischen Carmin als Färbemittel an, fand aber bald, dass die schönen Bilder, die ich bekam, nicht auf der Wirkung des Carmins, sondern der des Ammoniaks beruhten."

Soviel über die Methode, welche seither mehrfach angewendet wurde, so von Tuczek[1], gelegentlich einer im „Neurologischen Centralblatt" publicirten Untersuchung und ganz neuerdings erst von Ranvier.[2]

Und nun zu den Ergebnissen der Untersuchungen Exner's, welche sich hauptsächlich auf die oberen Enden der beiden Centralwindungen bezogen, die nach Meynert's[3] Schema den fünfschichtigen Typus der Grosshirnrinde repräsentiren.

Die oberflächlichste Rindenschicht, Meynert's „Schicht der zerstreuten kleinen Rindenkörper", deren histologischer Aufbau von den verschiedenen Forschern je nach Art der angewandten Methoden und wohl auch je nach der Richtung des Schnittes verschieden geschildert wurde, worüber in Exner's Abhandlung ausführliche Angaben gemacht sind, kann nach den Untersuchungen dieses Autors nicht leicht anders, „denn als ein Lager markhaltiger Nervenfasern von verschiedener Dicke und verschiedener Verlaufsrichtung" bezeichnet werden. An Flächenschnitten „gewahrt man, dass die Fasern in ihrer der Oberfläche parallelen Ebene kreuz und quer verlaufen, ohne dass eine

---

1 Dr. Franz Tuczek. Über die Anordnung der markhaltigen Nervenfasern in der Grosshirnrinde und über ihr Verhalten bei der *Dementia paralytica*. Vorl. Mittheilung. Neurolog. Centralblatt I, 1882, Nr. 14 und 15.

L. Ranvier. Archives de physiologie normale et pathologique par Brown-Séquard, Charcot, Vulpian. 1883. p. 177.

3 I. Meynert. Der Bau der Grosshirnrinde und seine örtlichen Verschiedenheiten. Vierteljahrsschrift für Psych. Neuwied und Leipzig 1867. Heft I und II.

II. Meynert. Vom Gehirne der Säugethiere in Stricker's Handbuch der Lehre von den Geweben. Leipzig. 1868—1872.

Richtung besonders prävalirte, ganz so wie dies Remak beschrieben hatte".

Ausser den eben beschriebenen Fasern, welche in, der Oberfläche parallelen Ebenen liegen, „findet man auch solche, welche gegen dieselbe in den verschiedensten Winkeln geneigt sind und solche, welche aus den unteren Schichten aufsteigen, um hier im Bogen umzubiegen und der Oberfläche parallel zu werden" Diese Fasern sind gewöhnlich dünneren Calibers. Theilungen markhaltiger Nervenfasern in der Rinde waren nicht zu beobachten. In ganz derselben Weise präsentirt sich diese oberste Rindenschichte auch bei Säugethieren, wie dies die Fig. 2 auf der, Exners Abhandlung beigegebenen Tafel vom Occipitallappen des Hundes zeigt.

Auch das zweite Rindenstratum, Meynert's „Schicht der dichten, kleinen, pyramidalen Rindenkörper", zeigte zahlreiche, markhaltige Nervenfasern, doch sind dieselben durchschnittlich dünner, als die irgend einer anderen Schichte der Rinde. Auch hier haben sie alle nur erdenklichen Richtungen.

Die dritte Schicht Meynerts, die „der grossen pyramidalen Rindenkörper", zeigt die Fasern bereits in Bündeln gruppirt, dem Marke zueilend, während gleichzeitig das Gewirr der in anderen Richtungen verlaufenden Fasern immer dichter wird und das Caliber derselben sich wesentlich verstärkt.

Die vierte Schichte endlich, die Meynert „die Schicht der kleinen, dichten, unregelmässigen Rindenkörper" nennt, wird von Exner in folgender Weise beschrieben: „Die dem Marke zustrebenden Fasern nehmen so sehr an Zahl zu, dass sie nur mehr wenig Zwischenräume zwischen sich lassen, in denen überwiegend dicke Fasern in allen möglichen Richtungen, aber sich im Allgemeinen der tangentialen Richtung nähernd, verlaufen. Man sieht in der untersten Schichte der Rinde an Alkohol-, sowie an Chromsäurepräparaten oft blasenartige Räume von der Grösse wohl ausgebildeter Ganglienzellen. Mit Osmiumsäure lassen sich dieselben als riesige Varicositäten der hier liegenden grossen, markhaltigen Fasern erkennen."

Exner hatte nun auch die Grosshirnrinde des neugeborenen Kindes untersucht und bei demselben durchaus keine wohl ausgebildeten, markhaltigen Nervenfasern gefunden, „doch aber

ist die erste Schichte schon durch ihre der Oberfläche parallele Streifung gut kenntlich. In ihr findet man nun Zellen, welche in Allem Ganglienzellen gleichen, dieselben sind aber um Vieles grösser als die Ganglienzellen, welche beim Erwachsenen in dieser Schichte gefunden werden". Gewöhnlich erscheinen diese Zellen, „fast an die Purkinje'schen Zellen des Kleinhirns erinnernd, in eine Reihe gestellt, nur sind sie um Vieles weiter auseinandergerückt wie diese.. ....Dieselben sind mit Fortsätzen versehen, und es scheint Regel zu sein, dass jede Zelle wenigstens einen Fortsatz gegen das Mark hinschickt. In der Umgebung der Zellen sieht man jene Kerne, die im Gehirn des Neugeborenen überall in grosser Zahl zu finden und hier wohl als die Anlage der später auftretenden, oder als Kerne der noch undeutlich geformten Ganglienzellen und Stützzellen dieser Schichte zu betrachten sind."

II. Untersuchungen.

Die beiden, im Vorstehenden erwähnten Befunde am Neugeborenen waren nun für mich Veranlassung, meine Untersuchungen anzustellen, als deren Ziel ich kurz die Beantwortung folgender Fragen bezeichnen kann:

In welcher Periode der foetalen oder extrauterinen Entwicklung treten zum ersten Male markhaltige Nervenfasern und zwar vorwiegend die der Hirnoberfläche parallel verlaufenden, dem Associationssysteme Meynert's analogen Nervenfasern auf, und in welcher Lebensperiode sind sie an Zahl und Caliber so weit entwickelt, dass die aus ihnen gebildeten Fasersysteme denen des Erwachsenen functionell gleichwerthig erscheinen? In welcher Weise entstehen die markhaltigen Nervenfasern in der Grosshirnrinde des Menschen? Und endlich: Welches ist das Schicksal jener oben beschriebenen grossen Ganglienzellen in der obersten Rindenschicht des neugeborenen Kindes?

Ich habe die Lösung dieser Fragen an der Hand der oben beschriebenen Methode versucht, muss aber gleich bemerken, dass es mir nur gelungen ist, auf die erste, die zeitlichen Verhältnisse betreffende Frage eine vollständige Beantwortung zu finden, während über die Art und Weise der Entstehung der markhaltigen Fasern oder, was damit in unserem Falle identisch sein

dürfte, über die Anlage der Markscheide, die Befunde durchaus nicht eindeutig waren; über das fernere Schicksal der grossen Ganglienzellen aus der Rinde des Neugeborenen konnte ich nun vollends nichts eruiren, da ich dieselben — ich weiss nicht, aus welchem Grunde — nicht aufzufinden vermochte. Als weitere Resultate meiner Untersuchung will ich ausserdem noch eine Reihe von Befunden über die Stützsubstanz der Grosshirnrinde, sowie über das Verhalten der Ganglienzellen in gewissen Entwicklungsstufen mittheilen, die sich in Folge einer kleinen Modification der Osmium-Ammoniak-Methode an besonders dünnen Schnitten ergaben. Diese Modification war einfach folgende: Die Untersuchung einer Anzahl foetaler und den ersten Lebensmonaten angehöriger Gehirne stösst wegen der besonderen Weichheit auch der möglichst frisch eingelegten und relativ sehr gut gehärteten Stücke auf grosse Schwierigkeiten. Dünne, aus solchem Materiale angefertigte Schnitte falten sich sehr leicht schon auf dem mit Alkohol befeuchteten Messer, noch mehr im Glycerin und bleiben nur bei äusserst raschem und doch vorsichtigem Aufsetzen des Deckgläschens flächenhaft ausgebreitet und zur Untersuchung geeignet. Noch fataler wird die Situation, wenn man erst nach dem Zusatze von Ammoniakwasser, in welchem diese Schnitte ausserordentlich rasch quellen, das Deckglas aufzusetzen versucht. Ich fand es desshalb zweckmässig, die Präparate in einem Tropfen Glycerin auf den Objectträger zu bringen, nach Aufsetzen eines Diaphragmas aus Blumenpapier rasch mit dem Deckgläschen zu bedecken und nun erst seitwärts Ammoniakwasser zuzusetzen, welches mit einem an der entgegengesetzten Seite aufgelegten Stückchen Fliesspapier hindurchgesaugt wurde. Auf diese Weise konnte ich die Schnitte vor der Einwirkung des Ammoniaks genau studiren und auch die durch den allmälichen Zutritt desselben eintretenden Veränderungen gut verfolgen. Die durch den Flüssigkeitsstrom etwa dennoch hervorgerufene Faltung des Präparates kann durch Neigung des Objectträgers häufig wieder ausgeglichen werden.

Meine Untersuchungen erstreckten sich, um Fehlerquellen zu vermeiden, die durch individuelle Schwankungen in dem Baue der Rinde etwa hätten eingeführt werden können, auf eine ziemlich grosse Anzahl von Gehirnen aus den verschiedensten Alters-

stufen, deren Beschaffung in möglichst frischem (zur Untersuchung einzig geeignetem) Zustande nicht immer leicht war. Es erschien wünschenswerth, auch etwaige topische Verschiedenheiten in dem Auftreten der markhaltigen Nervenfasern ins Auge zu fassen, wesshalb anfangs von jedem Gehirne die obere Kuppe der vorderen und hinteren Centralwindung und das unterhalb der Fissura occipitalis gelegene Stück der dorsalen Fläche des Gyrus occipitalis superior (gyrus parieto-occipitalis medialis, oberer Zug der hinteren Centralwindung Huschke, erste obere Hinterlappenwindung Wagner, pli occipital supérieur von Gratiolet, obere nnere oder vierte Scheitelbogenwindung Bischoff, first external annectent gyrus Huxley)[1] untersucht wurden. Da sich aber augenfällige Unterschiede ausser in einem einzigen Falle, auf den ich noch zurückkomme, nicht vorfanden und ausserdem eine vollständige Durcharbeitung dieser Verhältnisse auch nicht im Plane der Untersuchung lag, beschränkte ich mich in der Folge durchwegs auf die Untersuchung der obersten Kuppe des Gyrus centralis posterior, dessen Structurverhältnisse ich an dreiunddreissig Gehirnen eingehend studirte. Ich versage es mir, der Darlegung meiner Resultate eine ausführliche historische Zusammenstellung der Literatur vorauszuschicken, vor Allem desshalb, weil eine vollständige Berücksichtigung derselben meine Darstellung allzusehr verbreitern würde. Ausserdem ist eine solche in den Arbeiten von Deiters, Jastrowitz, Lubimoff, Arndt, Eichhorst, Flechsig, Stricker und Unger u. A. und vor Allem in dem Buche von Boll in so umfassender Weise gegeben, dass ich zum grossen Theile schon von diesen Autoren Gesagtes hätte wiederholen müssen. Ich habe es desshalb vorgezogen, meine Vorgänger nur soweit zu citiren, als sie von den genannten Forschern, weil sie nach diesen publicirten, nicht berücksichtigt werden konnten, oder insoferne ihre Darstellung in wesentlicher Beziehung zu meinen Schilderungen steht und dann ihre Angaben in die Darlegung meiner Ergebnisse zu verflechten.

---

[1] G. Schwalbe. Lehrbuch der Neurologie. Erlangen. Besold 1881, pag. 561.

Die untersuchten Gehirne vertheilten sich auf die einzelnen Lebensalter wie folgt: Zwei derselben gehörten Frühgeburten aus dem sechsten Lunarmonate an, drei Gehirne waren neugeborenen Kindern entnommen; von drei-, vier- und sechswöchentlichen Kindern standen mir je zwei Gehirne zu Gebote, aus dem zweiten, fünften und siebenten Lebensmonate untersuchte ich je ein Gehirn, aus dem neunten und zehnten je zwei, aus dem eilften Monate eines, aus dem zwölften Monate drei, aus dem dreizehnten, siebzehnten, achtzehnten und zwanzigsten Lebensmonate wieder je ein Gehirn. Eines der Gehirne stammte von einem dreijährigen Kinde, zwei derselben von Kindern, die viereinhalb und vierdreiviertel Jahre alt waren, je eines von fünf- und siebenjährigen Kindern, während mir von achtjährigen Kindern wieder zwei Gehirne zur Untersuchung dienten.

1. Embryonen.

Ich wende mich jetzt zur Darlegung meiner Befunde. Hier sind vor Allem die beiden Früchte aus dem sechsten Lunarmonate zu erwähnen. Die Centralfurche, die nach den Angaben von Mihalkovics [1] im sechsten Monate entsteht, war an beiden Gehirnen bereits gut kenntlich. Die Untersuchung ergab in beiden Fällen das vollständige Fehlen markhaltiger Nervenfasern in Mark und Rinde.

Vor der Behandlung mit Ammoniak präsentirt sich die Rinde als durchwegs feingranulirte Substanz, in welcher zahlreiche Kerne liegen, deren Anordnung in einer Reihe von Schichten Ausdruck findet, welche im Wesentlichen mit denen übereinstimmen, die Lubimoff [2] am Gehirne des fünfmonatlichen Fötus beschrieben hat, ohne dass sich jedoch diese Schichtung durchwegs als eine constante erwies. Lubimoff unterscheidet hier folgende Lagen: 1. Die Schicht ziemlich dicht aneinander

---

[1] Victor von Mihalkovics. Entwicklungsgeschichte des Gehirns. Nach Untersuchungen an höheren Wirbelthieren und dem Menschen dargestellt. Mit 7 lithogr. Taf. Leipzig, Engelmann 1877, p. 159.

[2] Dr. Alexis Lubimoff. Embryologische und histogenetische Untersuchungen über das sympathische und centrale Cerebrospinal-Nervensystem. Virchow's Archiv, Bd. 60, 1864, p. 217—273, mit Taf. VII und VIII.

liegender Kerne, 2. die Schicht feinkörniger Substanz mit vereinzelten kernhaltigen Gebilden, 3. die Schicht des schmalen hellen Streifens, in welcher Kerne überhaupt nur ausserordentlich spärlich vorkommen, 4. die schmale Schicht der mehr oberflächlich liegenden zelligen Elemente, 5. die Schicht des breiten hellen Streifens, 6. die breite Schicht der tiefer liegenden, zelligen Elemente, welche allmälich in die weisse Marksubstanz übergeht. Ein Theil der Kerne in jeder Schicht ist fein granulirt, die meisten jedoch zeigen ein hyalines, glänzendes Aussehen; der Protoplasmaleib um diese Kerne ist meist spärlich entwickelt und gewöhnlich matter grau tingirt. Kernkörperchen in ihnen zu sehen, ist mir nicht gelungen. Sie entsprechen ihrem Aussehen nach zumeist jenen Kernen, die Boll[1] vom Hühnchen aus dem dritten oder vierten Tage der Bebrütung beschreibt, in Fig. 15 seiner Tafel II abbildet und als „wirkliche Zellen", die sich in der Folge zu Ganglienzellen entwickeln sollen, betrachtet. Die von Boll statuirte zweite Form, die er als „meist ovale oder ellipsoidische Gebilde, die niemals, wie die Kerne der Ganglienzellen, ein einziges, sondern stets mehrere Kernkörperchen besitzen, so dass ihr Aussehen stets ein mehr oder minder ausgesprochen grobgranulirtes ist," beschreibt und dem Typus der Bindesubstanzen zurechnet, vermochte ich mit meiner Methode und beim Menschen nicht aufzufinden. Die Vascularisation der Rinde war eine ausserordentlich spärliche.

2. Neugeborenes Kind.

Ich wende mich zur Schilderung meiner Befunde am Neugeborenen. Was zunächst das Verhalten der Zellen und Kerne betrifft, so stimmen meine Beobachtungen gut mit denen von Antonio de Sousa Magalhãese Lemos[2] überein. Die Angaben über die Grösse der Zellen und Kerne, die Magalhães Lemos

---

[1] Dr. Franz Boll. Die Histiologie und Histiogenese der nervösen Centralorgane. Mit 2 Tafeln. Berlin, Hirschwald. 1873. p. 107. Sep.-Abdr. aus dem Archiv für Psychiatrie und Nervenkrankheiten. IV.

[2] Antonio de Sousa Magalhães e Lemos. A região psychomotriz. Apontamentos para contribuir ao estudo da sua anatomia. Dissertacão inaugural. Porto. Typographia occidental 1882. 5 Tafeln. Daraus pag. 109 bis 123 auch französisch unter dem Titel: Histologie de la région psychomotrice chez le nouveau-né.

macht, stimmen gleichfalls gut mit meinen Messungen; nur über die Verbreitung der Pyramidenzellen in den Centralwindungen, deren Bau nach diesem Autor dem des Lobulus paracentralis, welchen er hauptsächlich untersuchte, völlig gleich ist, bin ich zu etwas differenten Resultaten gekommen.

Magalhães Lemos sagt hierüber:[1] „Ces cellules pyramidales ont leur siège dans la sixième couche. Cependant on en peut observer dans la cinquième et même dans la quatrième, quoique elles se montrent exceptionnellement et qu'elles soient de petites dimensions, mais la sixième se maintient toujours du moins le siège de prédilection, et dans plusieurs préparations toutes les cellules sont absolument confinées dans lui.“ Ich finde nämlich die Zellen keineswegs auf ein so eng begrenztes Gebiet beschränkt, sondern habe sie in allen meinen Präparaten auch in den höheren Rindenschichten stets in sehr guter Ausbildung, höchstens in geringerer Anzahl und minder regelmässiger Anordnung als in der sechsten Schicht von Magalhães Lemos vorgefunden. Interessant erscheinen nur noch die Resultate, welche dieser Autor über das Verhalten der Zellen in der ersten und zweiten Stirnwindung gewonnen hat, und die ich noch mit seinen Worten hier mittheile: „Quoique la face interne de la première circonvolution frontale se trouve comme en continuité du lobule paracentral, et à une petite distance de lui, cependant elle appartient à une autre région du cortex cérébral, essentiellement distincte sous le point de vue de l'histogénèse.. ...L'évolution histogénétique de la substance grise de la seconde circonvolution frontale accompagne celle des circonvolutions frontales internes et conséquemment elle est plus en arrière que celle du lobule paracentral.“ Ich glaubte diesen Befund hier erwähnen zu sollen, weil ich in einem Falle ähnliche Differenzen in der Ausbildung der markhaltigen Fasern gefunden habe, über die ich weiter unten sprechen werde.

Besonders auffallend ist beim Neugeborenen der verhältnissmässig grosse Reichthum an feinsten, Blutkörperchen führenden Gefässen, die aus den von der Pia mater aus eintretenden,

---

[1] Magalhães Lemos. Histologie de la région psychomotrice chez le nouveau-né, p. 7.

grösseren Stämmchen entspringen. Von einzelnen Capillaren sah ich mit breiter Basis aufsitzende Fäden abgehen, von denen sich einzelne theilten, so dass man den Eindruck gewinnen musste, es handle sich hier um Neubildung von Capillaren (Stricker[1]), welche den in späteren Stadien wahrnehmbaren Gefässreichthum vorbereitet.

Was die Veränderungen der in den erst beschriebenen Entwicklungsstufen feingranulirten Grundsubstanz betrifft, so ergab sich zunächst eine ganz auffällige Volumzunahme derselben, so dass die zahlreich vorhandenen Kerne im Ganzen viel weniger dicht aneinander liegen, als in dem früheren Stadium. Die Körnung der Grundsubstanz hat bedeutend zugenommen, und die früher völlig gleichmässig granulirte Masse zeigt in eigenthümlicher Weise das Bestreben, die Granula in Fäden und aus diesen gebildete Netze anzuordnen, wie es in analoger Weise schon Boll[2] für das Hühnchen beschrieben hat. Näheres über das Verhalten der Grundsubstanz in diesem Stadium anzugeben vermag ich nicht, da über die Genesis dieser Gewebselemente der Grosshirnrinde bei ausschliesslicher Anwendung der Osmium-Ammoniak-Methode weitere sichere Befunde nicht zu gewinnen waren, und die hieher gehörigen Fragen ohnedies theils schon durch Deiters[3] und Boll[4], in neuester Zeit aber noch durch die Untersuchungen von Stricker und Unger[5] und Unger[6] allein ausführlich erörtert worden sind.

---

[1] Vergl.: Stricker, Studien über den Bau und das Leben der capillaren Blutgefässe. Wiener akad. Sitzungsber. LII. Bd., 1865. p. 391.

[2] Boll, l. c. p. 111.

[3] Otto Deiters. Untersuchungen über Gehirn und Rückenmark des Menschen und der Säugethiere. Herausgeg. von Max Schultze. Mit 6 Tafeln. Braunschweig 1865, p. 27 ff.

[4] Boll, l. c.

[5] S. Stricker und L. Unger. Untersuchungen über den Bau der Grosshirnrinde. Mit 1 Tafel. LXXX. Bd. der Sitzber. der k. Akad. der Wissensch. III. Abth., Juli-Heft, Jahrg. 1879.

[6] L. Unger. Untersuchungen über die Entwicklung der centralen Nervengewebe. Mit 2 Tafeln. Daselbst, Nov.-Heft, Jahrg. 1879, und Histologische Untersuchung der traumatischen Hirnentzündung. Mit 2 Tafeln. Daselbst, Jan.-Heft, 1880.

Markhaltige Nervenfasern fanden sich in keinem der drei von mir untersuchten Gehirne und zwar weder im Marke noch in der Rinde.

3. Kinder von 3—6 Wochen.

Über meine Untersuchungen an den Gehirnen eines drei und eines vier Wochen alten Kindes, welche in ihren Structurverhältnissen völlig übereinstimmten, ist Folgendes zu berichten. Die Rinde zeigt zahlreiche wohlcharakterisirte Ganglienzellen, über welche ich zunächst Einiges mittheilen will, da ich sie vor Ammoniakzusatz genauer studirt habe. Auf ihre allgemeinen Formverhältnisse brauche ich nicht näher einzugehen, nur über den Kern dieser Zellen habe ich einige Worte zu sagen. Derselbe soll nach Meynert's[1] Angabe ausschliesslich pyramidenförmig sein. Forel[2] und Ganser[3] finden an Schnitt- und Zupfpräparaten neben pyramidenförmigen auch runde Kerne, Boll[4] betrachtet die von Meynert behauptete eckige Form des Kernes nicht als präformirt, sondern als ein Kunstproduct und bemerkt, dass der Kern am Osmiumsäurepräparate stets vollkommen regelmässig rund sei, was ich nach meinen Untersuchungen durchwegs bestätigen kann. Auch Magalhães Lemos[5] sagt, als er über seine Untersuchungen am Neugeborenen berichtet: „Les cellules pyramidales. . .renferment un noyau généralement ovoïde ou elliptique.“ Die Abbildungen jedoch, die er aus der Rinde des Lobulus paracentralis des Erwachsenen gibt, enthalten offenbar zweierlei einander widersprechende Befunde, indem Fig. 1 seiner Tafel I die Kerne der Pyramidenzellen pyramidenförmig darstellt, während Fig. 2 und Fig. 3 derselben Tafel, die nach des Autors Tafelerklärung „grandes cellulas gigantes da terceira camada do

---

[1] Meynert, l. c. I, 2. Heft, p. 203 und II. p. 708.

[2] Forel. Untersuchungen über die Haubenregion etc. Arch. f. Psych. und Nervenkrankh. Bd. VII, p. 446.

[3] S. Ganser. Vergleichend-anatomische Studien über das Gehirn des Maulwurfs. Morpholog. Jahrbuch VII. 1882, p. 591 ff. Mit Tafel XXVIII bis XXXII. Ganser arbeitete gleichfalls mit Osmiumsäure.

[4] Boll, l. c. p. 80.

[5] Magalhães Lemos. Histologie de la région psychomotrice chez le nouveau-né, p. 6.

lobulo paracentral observadas no mesmo individuo" darstellen, deutlich ellipsoidische Kerne zeigen.

Was nun die markhaltigen Nervenfasern in dieser Entwicklungsperiode betrifft, so fehlen sie in den obersten Rindenschichten durchwegs. Dagegen finden sich im Marke zahlreiche feinste, aber trotzdem wohl charakterisirte markhaltige Nervenfasern, die in ziemlich gleichbleibender Dicke in die Rinde bis in die dritte Schicht derselben zu verfolgen sind. Die feinsten derselben, die weitaus die Hauptmasse ausmachen, haben ungefähr eine Dicke von 0·0015 Mm., die stärksten mögen vielleicht die doppelte Dicke erreichen; zwischen beiden Extremen gibt es zahlreiche Übergänge. Ausser diesen, als markhaltig leicht und sicher zu erkennenden Fasern, findet man bei stärkerer Vergrösserung an dünnen Schnitten eine Reihe feinster Fasern, die man nicht als markhaltig in Anspruch nehmen kann und welche grösstentheils den markhaltigen Fasern parallel verlaufen; dieselben sind durch eine sich mit Osmiumsäure nur sehr schwach färbende, ausserordentlich fein granulirte Substanz von einander getrennt. Zwischen diesen Fasermassen finden sich spärliche zellige Elemente, welche am ehesten lymphoiden Körperchen gleichen. An anderen Stellen der Präparate ist das hier geschilderte Bild in der Weise verändert, dass in der feinkörnigen Masse zwischen den Fasern zahlreiche dunkle, fast an Fettkörnchen erinnernde Partikelchen auftreten, während gleichzeitig die geschilderten zelligen Elemente stark vermehrt sind, und eine Anordnung der Granula sowohl, als der zelligen Elemente in Fäden und Reiser, die parallel den markhaltigen Fasern verlaufen, mehr und mehr platzgreift.

Es ist wahrscheinlich, dass diese Veränderungen, die in ganz ähnlicher Weise schon von Boll[1] für das Hühnchen beschrieben wurden, mit der Bildung der Markscheiden zusammenhängen, die wohl als eine secundäre Formation aufzufassen sind, und dass die oben beschriebenen feinsten Fasermassen als Anlagen der künftigen markhaltigen Nervenfasern betrachtet werden müssen. Ähnliche Befunde konnte ich auch noch an einer Reihe von Präparaten aus anderen Entwicklungsperioden machen,

[1] Boll, l. c. p. 122 ff.

worüber an den betreffenden Stellen berichtet werden wird. Der einfachste Modus, sich die Entwicklung der Markscheide vorzustellen, wäre wohl nach dem eben Angeführten der, dass die beschriebenen, zwischen den Fasern liegenden Fettkörnchen einfach zur Bildung der Markscheide zusammenfliessen, wie es schon Flechsig,[1] der bei seinen ausgedehnten Untersuchungen ähnliche Bilder sah, wie ich sie oben geschildert habe, vermuthungsweise aussprach. Dann bliebe aber die Rolle der zelligen Elemente, die doch für den ganzen Process kaum bedeutungslos sein können, unklar. Der letztgenannte Autor hat in dieser Richtung Betrachtungen angestellt, auf welche hier zu verweisen, genügen wird.[2]

Auch Kölliker's[3] Ansicht geht dahin, dass die Markscheide eine secundäre Bildung sei, er hält dieselbe „für eine Absonderung aus dem Blutplasma, die auf dem Axencylinder sich niederschlägt, bei welcher derselbe möglicherweise ebenfalls mitbetheiligt ist“. Derselbe hatte auch schon vor vielen Jahren[4] für die Nerven im Schwanze der Froschlarve gezeigt, „dass das Mark zwischen Axencylinder und Scheide ohne directe Betheiligung von Zellen oder Körnchen sich ablagert“.

Alle diese Thatsachen im Vereine mit meinen Befunden scheinen also die Ansicht zu bestätigen, dass die Markscheide als eine secundäre Formation aufzufassen sei, wenn wir auch noch weit davon entfernt sind, eine irgendwie befriedigende Einsicht in den Mechanismus ihrer Bildung zu haben.

Hier sind ferner die Ergebnisse zu nennen, zu denen in neuester Zeit Unger[5] in Bezug auf das Hemisphärenbläschen

---

[1] Paul Flechsig, Die Leitungsbahnen im Gehirn und Rückenmark des Menschen. Auf Grund entwicklungsgeschichtlicher Untersuchungen dargestellt. Mit 20 lithogr. Tafeln. Leipzig, Engelmann 1876, p. 74 ff.

[2] Flechsig, l. c. p. 176.

[3] Kölliker, Entwicklungsgeschichte des Menschen und der höheren Thiere. 2. Auflage. Leipzig, Engelmann 1879, p. 583.

[4] Kölliker, Sur le développement des tissus des batraciens. Ann. d. Sc. natur. 1846. Tom. V, p. 91, avec 3 planches.

[5] Dr. L. Unger. Untersuchungen über die Entwicklung der centralen Nervengewebe. Mit 2 Tafeln. LXXX. Band der Sitzb. d. k. Akad. der Wissensch. III. Abth, Nov.-Heft, Jahrg. 1879.

Derselbe, Histologische Untersuchung der traumatischen Hirnentzündung. Mit 2 Tafeln. Ebenda. LXXXI. Bd., Jän.-Heft, 1880.

des Hühnerembryo aus dem sechsten bis achten Tage der Bebrütung gekommen ist. Nach seinen Angaben besitzen die ersten Anlagen der markhaltigen Nervenfasern, die sich aus säulenartig angeordneten Zellenreihen entwickeln, keine ausgesprochenen Axencylinder; dieselben gelangen erst nachträglich zur Ausbildung. Ich halte ein weiteres Eingehen auf diese Resultate nicht für opportun, da ich bei der von mir angewendeten Methode die Bilder Unger's nicht sehen konnte.

Das Gehirn des von mir untersuchten sechswöchentlichen Kindes wich in nichts von den eben beschriebenen Gehirnen aus der dritten und vierten Lebenswoche ab, so dass ich seine Beschreibung übergehen kann.

4. Kinder von 2—5 Monaten.

Von Interesse erschien mir wieder der Befund an einem zwei Monate alten Kinde, bei welchem sich weder in der Rinde, noch im Marke deutlich als solche charakterisirte markhaltige Fasern vorfanden, während jene oben beschriebenen, als Anlagen der künftigen Radiärfasern gedeuteten Fasermassen gut zu beobachten waren, und auch die interfibrillären Fettkörnchen und zelligen Elemente deutlich die bereits geschilderte reihenweise Anordnung zeigten; es scheint jedoch, dass das Fehlen der markhaltigen Nervenfasern in der Markmasse in diesem Falle nur eine individuelle Ausnahme ist, indem in den sechs untersuchten Gehirnen von drei, vier und sechs Wochen alten Kindern die Faserbündel des Markes gut entwickelt waren.

Das nächste Kind, dessen Gehirn ich zur Untersuchung bekam, war zu Ende des fünften Lebensmonates gestorben; wie sich aus meiner Schilderung ergeben wird, scheint in dieser Zeit das erste Auftreten der markhaltigen Fasern des beim Erwachsenen so reich entwickelten Fasergeflechtes zu erfolgen.

Vor Allem fällt hier die starke, relative Reduction der Kerne und das Auftreten zahlreicher sehr charakteristisch gestalteter Ganglienzellen auf. Dieselben zeigen hier schon die Andeutung einer Schichtung, welche offenbar den später in diesen Rindenpartien herrschenden fünfschichtigen Typus von Meynert vorbereitet. Auch die Grösse der Zellen ist eine beträchtlichere geworden, so dass schon die kleinsten derselben einen Höhen-

durchmesser von 0·054 Mm. und einen Breitendurchmesser von 0·018 Mm. erreichen, gegenüber den Dimensionen von 0·030 Mm. bis 0·040 Mm. in der Höhe und 0·009 Mm. bis 0·015 Mm. in der Breite, wie sie Magalhães Lemos[1] beim Neugeborenen fand.

Was das Verhalten der markhaltigen Fasern in der Rinde betrifft, so war in einer ganzen Reihe von Präparaten überhaupt keine Spur derselben zu entdecken; nach langem Suchen fand ich endlich in einem Präparate in der obersten Rindenschichte dicht unterhalb der Pia mater drei feinste markhaltige Nervenfasern, welche unter einander und der Oberfläche parallel verliefen und auf eine Strecke von 0·085 Mm. deutlich zu verfolgen waren.

Diese Fasern gehörten zu den feinsten, welche überhaupt beobachtet wurden, und erreichten kaum eine Dicke von 0·0010 Mm. Dies waren die einzigen markhaltigen Fasern aus dem Fasergeflechte der Rinde. Die Radiärbündel dagegen zeigten gut ausgebildete markhaltige Nervenfasern, welche im Maximum eine Dicke von 0·0025 Mm. hatten, während die feinsten jenen der obersten Rindenschichte an Dicke gleichkamen. Zwischen bei den Extremen zeigten sich zahlreiche Übergänge.

Das Stützgewebe wies zahlreiche „Deiters'sche Zellen“ (Boll) auf, die Deiters[2] folgendermassen beschreibt: „Dicht um den glänzenden, kein Kernkörperchen erkennen lassenden Kern sieht man hier eine Masse abgehender Faserzüge, welche von Anfang an ein festes, wenn auch zartes Aussehen, einen ganz scharfen glatten Contour, einen beträchtlichen Glanz zeigen und welche nach allen Seiten ausstrahlen.“ Diese Beschreibung ist durch die Abbildung von Deiters auf Taf. II, Fig. 10 trefflich illustrirt und seither vielfältig bestätigt worden, und auch ich habe ihr nichts Neues hinzuzufügen. Nun sagt aber Deiters weiter: „Sie theilen sich sehr bald und verästeln sich dann auf das Mannigfaltigste unter immer gabelförmiger Spaltung.“ Dies ist eine Angabe, die vielfachen Widerspruch erfahren hat, vor Allem von Boll[3], der eine solche Theilung, „wenn sie überhaupt

---

[1] Magalhães Lemos, l. c. p. 100; der Autor schreibt statt Mm. überall μ, was offenbar ein Versehen ist.

[2] Deiters, l. c. p. 45.

[3] Boll, l. c. p. 11.

vorkommt", als eine Seltenheit bezeichnet. Auch Jastrowitz[1], der diese Zellen ihrer charakteristischen Form nach „Spinnezellen" nennt, hat Theilungen der feinen faserartigen Fortsätze nur ausnahmsweise beobachten können. Golgi[2] zeichnet die Ausläufer dieser Bindegewebszellen stets unverästelt, während Eichhorst[3] beobachtet hat, dass an den Deiters'schen Zellen des Rückenmarkes Verästelungen vorkommen und Rindfleisch[4] eine mit reich verzweigten Faserbüscheln rings besetzte Bindegewebszelle aus einem grau degenerirten Rückenmarke abbildet. Exner[5] zeichnet in Fig 5 der seiner Arbeit beigegebenen Tafel „eine wahrscheinlich dem Stützgewebe zuzuzählende Zelle aus dem Gyrus centralis post. des Menschen" ab, die vollkommen den Typus der Deiters'schen Zellen trägt und nur an einem einzigen Fortsatze eine Theilung aufweist. In neuester Zeit hat endlich Ganser[6] in seiner schon citirten Arbeit über das Maulwurfsgehirn wieder gabelige Theilungen und einen durch dieselben gebildeten Filz zarter Fäden aus dem Gehirne des Maulwurfs und des Kaninchens beschrieben und in Fig. 36 seiner Tafel XXXII eine derartige Zelle aus der Rinde des Kaninchens abgebildet. Nach meinen eigenen Beobachtungen nun muss ich mich im Gegensatze zu den Autoren, die derartige Theilungen der Fortsätze der Deiters'schen Zellen beschrieben haben, dahin aussprechen, dass ich in keinem meiner Präparate bei irgend einer Stützgewebszelle eine unzweifelhafte gabelige Theilung ihrer Fortsätze constatiren konnte, wesshalb ich eine solche auch für die von mir untersuchten Stadien völlig in Abrede stellen möchte.

Jastrowitz, Studien über die Encephalitis und Myelitis des ersten Kindesalters. Archiv für Psychiatrie. II, p. 389—414, 1870; III, p. 162—214, Taf. III, IV, 1871.

[2] C. Golgi. Contribuzione alla fina Anatomia degli Organi Centrali del sistema nervoso. Rivista Clinica, November 1871.

[3] Eichhorst, Über die Entwicklung des menschlichen Rückenmarkes und seiner Formelemente. Virchow's Archiv, Bd. LXIV, p. 464.

[4] Rindfleisch, Lehrbuch der pathologischen Gewebelehre. 5. Aufl., Leipzig 1878, p. 610, Fig. 219.

[5] S. Exner, l. c.

[6] S. Ganser, l. c. p. 617.

5. Kinder von 7—12 Monaten.

Ich wende mich jetzt zur Schilderung meiner Befunde am Gehirne eines sieben Monate alten Kindes. Über das Verhalten der bindegewebigen Elemente desselben, besonders der Deiters'schen Zellen, sowie über das der Ganglienzellen und freien Kerne gilt völlig dasselbe, was ich für das vorhergehende Stadium berichtet habe, wesshalb ich auch nur auf das Verhalten der markhaltigen Nervenfasern genauer eingehen will. Ich werde hier, wie in der Folge, meiner Schilderung den Meynert'schen fünfschichtigen Typus der Grosshirnrinde zu Grunde legen, der an diesem Gehirne bereits wohl ausgeprägt war.

Nach der Behandlung mit Ammoniak zeigt die oberste Rindenschichte zahlreiche markhaltige Nervenfasern, die vorwiegend in der Oberfläche parallelen Ebenen verlaufen, gegen einander aber unter allen möglichen Winkeln geneigt sind und eine maximale Dicke von 0·0012 Mm. erreichen; sie zeigen alle nur sehr spärliche Varicositäten. Das unmittelbar unter der Pia mater liegende Stratum erscheint fein granulirt, mit spärlichen Kernen versehen; die Gefässe sind ausserordentlich reich entwickelt.

In der zweiten Rindenschichte ist noch keine Spur von markhaltigen Nervenfasern zu sehen; wir werden in der Folge überhaupt immer der Thatsache begegnen, dass die zweite Schichte in der Entwicklung dieser Elemente am wenigsten vorgeschritten ist, was mit Exner's[1] Angaben über die Rinde des Erwachsenen gut übereinstimmt.

Die dritte Rindenschichte dagegen und die ihr folgenden tieferen zeigen wohl ausgebildete markhaltige Nervenfasern, die hier vorwiegend radiär verlaufen; die stärksten derselben besitzen eine Dicke von 0·0016 Mm.; die feinsten sind etwa halb so dick; zwischen beiden Extremen finden sich wieder zahlreiche Übergänge. Noch in der dritten Schichte und nach abwärts von derselben erscheint in diesem Stadium ein dichtes Geflecht feinster markhaltiger Nervenfasern, in welchem zum ersten Male die dem Systeme der fibrae propriae oder fibrae arcuatae angehörigen markhaltigen Nervenfasern in guter Ausbildung und in einer

---

[1] S. Exner, l. c. p. 13.

Dicke von 0·0012 Mm. in maximo auftreten. Meynert bezeichnet dieses Fasersystem, welches nach seiner Schilderung[1] „eine die Innenfläche der Rinde continuirlich begleitende Schicht aus Bündeln von längern und kürzern Verlaufslängen“ darstellt, als Associationssystem, „weil der Verknüpfung der Rindenterritorien functionell eine Verknüpfung ihrer Erregungszustände durch dieses Marksystem entsprechen muss“. An einer späteren Stelle[2] sagt er: „So wie Radiärfasern, so finden sich auch schon in das Rindengrau fibrae arcuatae eingebettet, doch bleiben sie ein sparsames Vorkommniss, und eine Dichte der Anordnung, die sich für das freie Auge in Form der (durch Pigmentmangel erklärbaren) hellen concentrischen Linien ausprägen könnte (Kölliker), habe ich nicht aufzufinden vermocht“. Jetzt wissen wir, dass bis in die obersten Schichten des Rindengraues hinauf markhaltige Nervenfasern nachweisbar sind, welche ihrem Verlaufe nach dem Systeme der fibrae arcuatae beizuzählen sind und welchen wohl unbedenklich die functionelle Dignität von Associationsfasern im Sinne Meynert's zugeschrieben werden darf.

Ich werde desshalb auch im Folgenden für diese Fasern entweder die Bezeichnung: der Oberfläche parallel verlaufende markhaltige Nervenfasern aus dem Fasergeflechte der Rinde, oder den bequemeren Ausdruck: Associationsfasern gebrauchen.

Anführen will ich schliesslich noch, dass auch in diesen Präparaten jene eigenthümliche Anordnung der zelligen Elemente in regelmässige Längszüge, die parallel den markhaltigen Fasern verliefen, und das Auftreten zahlreicher Fettkörnchen, die eine ähnliche Gruppirung zeigten, deutlich zu erkennen war.

Zur Schilderung der Ergebnisse an den von mir untersuchten vier Gehirnen aus dem neunten, zehnten und eilften Lebensmonate übergehend, bemerke ich in Kürze, dass in allen Präparaten bereits auch die oberflächlichste Schichte der Rinde zahlreiche, sehr feine markhaltige Nervenfasern zeigte, die wiederum vorwiegend der Oberfläche parallel verliefen. Nach einer allerdings nur sehr angenäherten Schätzung beträgt ihre Anzahl etwa den zehnten Theil derer, die man beim Erwachsenen sieht. Diese markhaltigen

---

1 Meynert, l. c. II. p. 698.
2 Meynert, l. c. II. p. 709.

Fasern zeigen kein messbar stärkeres Caliber als beim siebenmonatlichen Kinde, sondern haben nur an Zahl erheblich zugenommen.

Die zweite Schichte ist noch immer völlig faserfrei, die dritte und vierte dagegen zeigen wieder vorwiegend radiär verlaufende Fasern, deren Dicke im Minimum 0·0010 Mm., im Maximum 0·0018 Mm. beträgt. Die Associationsfasern der dritten Schichte sind auch hier wieder gut bemerkbar.

Nach den bisher von mir geschilderten Befunden musste mich das mikroskopische Bild, das ich bei der Untersuchung des ersten der drei Gehirne sah, welche ich von zwölf Monate alten Kindern untersuchen konnte, ausserordentlich befremden. Das oberste Rindenstratum zeigte nämlich in keinem der von mir in grosser Anzahl untersuchten Präparate, bei deren Anfertigung ich allmälich von der Kuppe der hinteren Centralwindung bis in die Mitte des lateralen Theiles derselben gekommen war, auch nur eine Spur markhaltiger Nervenfasern. Alle hier vorhandenen faserigen Elemente gehörten dem Systeme der Spitzenfortsätze der Pyramidenzellen an, welche Fortsätze oft auf weite Strecken zu verfolgen waren.

Die zweite Rindenschichte war natürlich faserfrei; in der dritten Schichte zeigten sich die ersten Spuren markhaltiger Fasern, die gegen die tieferen Schichten zu häufiger wurden, aber ein sehr dünnes Caliber hatten, um endlich zu wohlformirten Radiärbündeln zusammenzutreten. Da das betreffende Gehirn einem rhachitischen Kinde angehört hatte, das aber im Übrigen seinem Alter entsprechend gut entwickelt war, so lag die Vermuthung nahe, dass es sich hier um eine durch die Krankheit bedingte Entwicklungshemmung handeln dürfte, eine Annahme, die durch die Untersuchung der beiden andern gleichalterigen Gehirne bedeutend an Wahrscheinlichkeit gewann; dieselben stammten von zwei an Bronchitis verstorbenen, kräftig entwickelten Kindern und zeigten bezüglich der markhaltigen Nervenfasern jene Befunde, wie sie nach den früher geschilderten Verhältnissen beim eilfmonatlichen Kinde in diesem Falle vermuthet werden durften.

6. Kinder von 1—3 Jahren.

Die Befunde am Gehirne eines dreizehn Monate alten Kindes ergaben nichts Neues; bemerkenswerth ist es jedoch, dass in der zweiten Meynert'schen Schichte in diesem Stadium zum ersten Male ausserordentlich spärliche, nach allen möglichen Richtungen orientirte markhaltige Nervenfasern auftraten, deren stärkste eine Dicke von kaum 0·0010 Mm. erreichten.

Bei meinen Untersuchungen an den Gehirnen von siebzehn, achtzehn und zwanzig Monate alten Kindern fand ich Folgendes: Die äusserste Rindenschichte zeigt spärliche, aber gut ausgebildete, der Oberfläche parallel verlaufende, markhaltige Nervenfasern, die nun auch an Caliber beträchtlich zugenommen haben. Die Dicke derselben betrug im Maximum 0·0013 Mm.; alle Fasern zeigten zahlreiche Varicositäten, welche eine mittlere Dicke von 0·0025 Mm. erreichten. Die markhaltigen Nervenfasern dieser Schichte verlaufen fast durchweg der Oberfläche parallel; senkrecht zur Oberfläche liegende oder schräge waren äusserst spärlich, so dass kaum auf zehn Gesichtsfelder (Hartnack Syst. VIII, Oc. 3) eine einzige derartige Faser entfiel. Soweit verhielten sich alle drei Gehirne gleich; die zweite Rindenschichte dagegen enthielt an dem Gehirne des achtzehn Monate alten Kindes, das allerdings ausserordentlich schwach entwickelt war, keine Spur von markhaltigen Fasern, während dasselbe Stratum in den beiden anderen Fällen dieselben deutlich erkennen liess, so dass es sich auch hier wieder um eine, mit der geringen körperlichen Entwicklung Hand in Hand gehende, geringere Ausbildung der markhaltigen Fasern der Rinde handeln dürfte.

Im unteren Theile der dritten, sowie in der vierten Rindenschichte finden sich bereits zahlreiche kreuz- und querverlaufende, markhaltige Fasern, wohl ausgebildete Radiärfasern und dem Systeme der fibrae arcuatae angehörige Faserzüge, deren markhaltige Elemente eine mittlere Dicke von 0·0015 Mm. erreichen. Die Varicositäten sind zahlreich und im Mittel meist doppelt so dick als die Fasern selbst, der doppelte Contour der Varicositäten ist nur stellenweise deutlich erkennbar. Die Radiärfasern, die besonders deutlich hervortreten, sind in den Bündeln der dritten Schicht, die an ihren grossen Pyramidenzellen gut kennt-

lich ist, ungefähr 0·0025 Mm. dick und zeigen ebenfalls zahlreiche Varicositäten.

Alle diese Angaben beziehen sich auf die Kuppe des Gyrus centralis posterior der drei Gehirne.

Der Gyrus centralis anterior vom Gehirne des achtzehn Monate alten Kindes zeigte ein, von dem eben geschilderten völlig differentes Bild, das sehr überraschend war. Die Ausbildung der markhaltigen Nervenfasern in der Rinde war hier bedeutend weiter vorgeschritten, und dieselben bildeten stellenweise ein dichtes Flechtwerk, dessen einzelne Fasern ungemein zahlreiche, doppelt contourirte Varicositäten zeigten. In der äussersten Rindenschichte fanden sich zahlreiche nagel- oder keulenförmige Gebilde, die offenbar dem Stützgewebe angehörten und mit jenen Gebilden identisch oder doch verwandt zu sein scheinen, die wiederholt (zuerst von Bergmann[1]) in der Rinde des Kleinhirns beobachtet wurden.[2] Von dem nagelkopfähnlichen, die Oberfläche des Gehirns bildenden Theile geht ein schmaler, fadenartiger Fortsatz in die Tiefe ab.

Auch hier verlief die Hauptmasse der markhaltigen Fasern parallel der Oberfläche, und die stärksten derselben erreichten fast die doppelte Dicke der am Gyrus centralis posterior beobachteten stärksten Fasern, nämlich 0·0020 Mm. bis 0·0025 Mm.

Ähnliche Differenzen in der Ausbildung der markhaltigen Fasern zeigten auch die tieferen Rindenstraten.

Über das von mir untersuchte Gehirn eines dreijährigen Kindes ist kurz Nachstehendes zu berichten. Der Gyrus centralis posterior zeigte genau dasselbe Bild, wie ich es oben für den siebzehnten, achtzehnten und zwanzigsten Lebensmonat beschrieben habe. Die Faserzahl war ungefähr um ein Fünftel vermehrt, und das Caliber der Fasern hatte um ein Geringes zugenommen.

Zahlreiche Messungen von Fasern ergaben als Mittelwerthe für die Dicke derselben in den Bündeln der dritten Schichte im Minimum 0·0015 Mm., im Maximum 0·0027 Mm.

---

[1] Notiz über einige Structurverhältnisse des Cerebellum und des Rückenmarkes. Zeitschr. f. rat. Med. N. F. VIII. 1857.

[2] Vergl. Obersteiner: Eine partielle Kleinhirn-Atrophie etc. Allgem. Zeitschr. f. Psychiatrie. Bd. 27 und die daselbst angeführten Autoren.

7. Kinder von 4—8 Jahren.

Die Untersuchung der drei Gehirne von Kindern, welche viereinhalb, vierdreiviertel und fünf Jahre alt waren, führte zu folgenden Ergebnissen. Die äusserste Rindenschichte zeigte die Zahl der markhaltigen Nervenfasern des Fasergeflechtes bedeutend vermehrt; die Associationsfasern erreichen eine mittlere Dicke von 0·0020 Mm. bis 0·0025 Mm.; in diesem Stadium findet sich aber auch bereits in der äussersten Rindenschichte eine beträchtliche Anzahl senkrecht oder schräg zur Oberfläche verlaufender markhaltiger Fasern. Die zweite Schicht ist wie immer die faserärmste und ergibt im Mittel etwa zehn Fasern auf ein Gesichtsfeld. (Hartnack Syst. VIII. Oc. 3). Die dritte Schichte zeigt die markhaltigen Nervenfasern bereits in ausserordentlich guter Entwicklung und zu wohl ausgeprägten Bündeln formirt, die in continuirlichem Zuge in die Markleiste einstrahlen; ihr Caliber ist dem der Fasern in den obersten Rindenpartien beträchtlich überlegen; sie erreichen eine mittlere Dicke von 0·0030 Mm. und kommen an Zahl denen des erwachsenen Menschen schon ziemlich nahe. Die dem Associationssysteme angehörigen Faserzüge der dritten Schichte sind gut entwickelt und zeigen eine dem Verhalten der übrigen markhaltigen Nervenfasern entsprechende Vergrösserung ihrer Zahl und ihres Calibers. Eigenthümlich erschien mir das Bild, welches einige markhaltige Nervenfasern der ersten und zweiten Rindenschichte boten, die jedoch nicht dem Systeme der parallel der Oberfläche verlaufenden Fasern angehörten, sondern gewöhnlich eine mehr oder minder schräge Verlaufsrichtung hatten; in den der Oberfläche zunächst gelegenen Partien verloren sie plötzlich ihre Markscheide, um als nackte Axencylinder weiter zu verlaufen; im weiteren Verlaufe umgaben sie sich wieder mit einem Markmantel, um denselben eine Strecke weit zu behalten und dann wieder zu verlieren, so dass an solchen Fasern drei bis vier, durch marklose Theile getrennte markhaltige Strecken unterschieden werden konnten. Artefacte waren hiebei völlig ausgeschlossen, da der Schnitt gerade an diesen Stellen nicht die geringste Continuitätstrennung aufwies, sondern markhaltige wie marklose Theile derselben Faser von dem umliegenden Gewebe dicht umschlossen

waren. Theilungen von markhaltigen Nervenfasern waren nirgends zu beobachten.

Ich schildere endlich noch meine Befunde an den Gehirnen von sieben und acht Jahre alten Kindern, mit deren Bearbeitung ich die Reihe meiner Untersuchungen abschloss, da schon das Gehirn des siebenjährigen Kindes nur ausserordentlich geringfügige Differenzen dem des Erwachsenen gegenüber zeigte. Die oberste Rindenschichte zeigt in diesen Entwicklungsstadien schon völlig den Typus, den Exner am Erwachsenen beschrieben hat; sie präsentirt sich uns durchwegs als ein reiches Flechtwerk von markhaltigen Nervenfasern, die eine beträchtliche Dicke erreicht haben. Die Varicositäten derselben zeigen, wie es mir an diesen Präparaten besonders auffiel, aber auch sonst häufig zu sehen war, zweierlei Formen, indem sie entweder nur die eine Seite der Fasern einnehmen, während an der andern Seite der doppelte Contour des Nerven stetig verläuft, oder sie bilden — und dies ist die häufigere Form — Knöpfe, so dass die Faser beiderseits ausgebuchtet erscheint. Die dünnsten Fasern dieser Schichte, die an Zahl weitaus prävaliren, erreichen im Mittel ungefähr eine Dicke von 0·0014 Mm.; ihre Anordnung ist ziemlich regellos mit höchst differenten Verlaufsrichtungen. Die stärkeren und stärksten Fasern verlaufen vorwiegend parallel der Oberfläche und haben, wie dies zahlreiche Messungen ergaben, im Mittel eine Dicke von 0·0020 Mm. bis 0·0028 Mm.

Die zweite Schichte ist, wie immer, arm an markhaltigen Nervenfasern, die hier vorwiegend geneigt zur Oberfläche verlaufen.

In der dritten und vierten Schichte ist das Flechtwerk der markhaltigen Nervenfasern bedeutend mächtiger entwickelt; wir begegnen wohl ausgebildeten Bündeln, welche in zahlreichen, einander parallelen Reihen dem Marke zustreben. In diesen tieferen Rindenpartien nimmt die Zahl der in der obersten nur vereinzelt vorkommenden dicksten Fasern bedeutend zu; nach ungefähren Schätzungen kommen etwa zwanzig Mal so viel derselben auf ein Gesichtsfeld, als in dem obersten Stratum.

III. Resultate und Discussion.

Ich fasse vor Allem meine Resultate kurz in folgender Weise zusammen:

1. Grundsubstanz und Stützgewebe.

Die beim Fötus aus dem sechsten Lunarmonate fein granulirte und ausserordentlich spärlich vascularisirte Grundsubstanz zeigt beim Neugeborenen die Neigung, sich in feine Fäden und Reiser anzuordnen, während gleichzeitig eine beträchtliche Volumzunahme, sowie eine stärkere Körnung der Grundsubstanz platzgreift.

Die Deiters'schen Zellen des Stützgewebes, die ich in typischer Ausbildung schon beim fünfmonatlichen Kinde beobachten konnte, zeigen völlig jene Charaktere, die ihnen Deiters vindicirt hat. Nur in Bezug auf die behauptete gabelförmige Spaltung ihrer Ausläufer muss ich mich im Gegensatze zu Deiters, der dies als Regel erklärt, dahin aussprechen, dass ich selbst derartige unzweifelhafte Theilungen nie sehen konnte.

2. Pyramidenzellen.

Nach den Beobachtungen von Magalhães Lemos finden sich beim Neugeborenen schon Pyramidenzellen in typischer Ausbildung; ich habe nur gefunden, dass ihr Verbreitungsbezirk höher in das Rindengrau hinaufreicht, als es dieser Autor anzunehmen geneigt ist.

Den fünfschichtigen Meynert'schen Rindentypus traf ich zum ersten Male bei einem sieben Monate alten Kinde wohl ausgeprägt. Die Form des Kernes der Pyramidenzellen war durchwegs eine ellipsoidische.

3. Markhaltige Nervenfasern.

Noch das neugeborene Kind besitzt weder in Mark noch Rinde eine Spur markhaltiger Nervenfasern; dieselben treten im Marke zum ersten Male gegen das Ende des ersten Lebensmonates auf, in der Rinde ist die Zeit ihres Auftretens in den verschiedenen Schichten eine verschiedene. In dem obersten Rindenstratum findet man die ersten markhaltigen Nervenfasern im fünften Lebensmonate, die zweite Schichte zeigt sie erst nach Vollendung des

ersten Lebensjahres, während die Radiärbündel der tieferen Schichten schon im zweiten Lebensmonate auftreten; die dem Systeme der fibrae arcuatae angehörigen Associationsfasern der dritten Schichte sind sicher schon im siebenten Lebensmonate vorhanden. Von diesen Zeitpunkten aus nehmen die markhaltigen Fasern stetig an Caliber und Zahl in der Weise zu, dass sie in Mark und Rinde beim achtjährigen, vielleicht auch schon beim siebenjährigen Kinde die beim Erwachsenen zu constatirende Anordnung erreicht haben.

Auf diese zeitlichen Entwicklungsverhältnisse haben Krankheiten, sowie geringere oder grössere körperliche Entwicklung wahrscheinlich bedeutenden Einfluss.

Aus meinen Mittheilungen geht weiter hervor, dass diejenigen markhaltigen Fasern der Rinde zuerst auftreten, welche in späteren Stadien die dicksten sind, ferner spricht Alles dafür, dass die einzelne Faser im Laufe der individuellen Entwicklung an Caliber zunimmt, und nicht etwa an Stelle einer im kindlichen Alter vorhandenen dünnen Faser später, unter Intervention eines dicken Axencylinders, eine dicke markhaltige Nervenfaser tritt.

Unter all' meinen Präparaten habe ich nicht ein einziges Mal eine ganz unzweifelhafte Theilung einer markhaltigen Nervenfaser gefunden; beim siebenmonatlichen Kinde sah ich allerdings einmal im obersten Rindenstratum ein Bild, welches auch bei den stärksten Vergrösserungen als eine solche erschien; doch war das Caliber jeder der beiden, aus einem gemeinsamen Stamme hervorgehenden markhaltigen Nervenfasern einzeln dem der Stammfaser völlig gleich, so dass möglicherweise doch ein Trugbild vorgelegen haben könnte. Die Anlage der Markscheide, welche als eine secundäre Formation aufzufassen sein dürfte, scheint mit dem Auftreten einer reihenweisen, der Faserrichtung parallelen Anordnung gewisser interfibrillärer zelliger Elemente und Fettkörnchen in einem allerdings noch räthselhaften Connex zu stehen.

Die Beantwortung der eingangs aufgeworfenen Frage nach der zeitlichen Entwicklung der markhaltigen Nervenfasern in der Rinde hat ausser dem speciell histologischen Interesse auch noch ein rein physiologisches mit Rücksicht auf die von Meynert[1]

[1] Meynert, l. c. II.

aufgestellte Hypothese über die functionelle Dignität der verschiedenen Fasersysteme des Gehirns. Nach Meynert's Terminologie gibt es im Gehirne Commissuren-, Associations- und Projectionsfasern. Dem Commissurensysteme gehören im Grosshirn jene Fasern an, welche identische Gebiete beider Hemisphärenoberflächen untereinander in Verbindung bringen, das Associationssystem, über dessen Faserzüge ich schon oben gesprochen habe, verbindet differente Bezirke derselben Hemisphäre, associirt die Erregungszustände verschiedener Gebiete der Rinde, das Projectionssystem endlich stellt die Verbindung der Hirnrinde mit der Peripherie her und verknüpft Theile, welche zu einander in einem durch den Gang der Erregung bestimmten Abhängigkeitsverhältnisse stehen.

Vom Standpunkte dieser Anschauung aus ist die allmäliche Entwicklung der Associationsfasern der beiden Centralwindungen, wie sie im Vorhergehenden dargestellt wurde, gewiss nicht ohne tiefere Bedeutung. Man wird kaum irre gehen, die verschiedenen Verbindungsfasern getrennter Rindenbezirke als Leitungsbahnen zu betrachten, welche die Aufgabe haben, verschiedene Theile der Hirnrinde zu combinirter Function anzuregen. In der Rinde der beiden Centralwindungen endigen die bisher am genauesten verfolgten motorischen Bahnen, die der Extremitäten. In dem Masse also, in welchem die Associationsfasern an Zahl und Ausbildung zunehmen, werden sie auch immer grössere und grössere Antheile der Fasermassen der Pyramidenbahn zu gemeinschaftlicher Wirksamkeit verbinden; so wird es begreiflich, wie gleichzeitig mit der fortschreitenden Entwicklung dieser Fasersysteme das unbeholfene Tappen und Haschen des Kindes allmälich durch jenes harmonische Zusammenwirken der verschiedenen Muskeln mit ihrem bis ins feinste Detail gegliederten Masse des Antheils ersetzt wird, welches uns in den combinirten Bewegungen des Erwachsenen in so bewunderungswürdiger Weise entgegentritt.

Die oben mitgetheilte, allerdings vereinzelte Beobachtung, dass die Associationsfasern des Geflechtes der Rinde am Gyrus centralis ant. eines achtzehn Monate alten Kindes jene des Gyrus centralis post. bei demselben Individuum an Zahl und Caliber weit übertrafen, würde nach dem eben angestellten Raisonnement leicht dadurch verständlich, dass die Bewegungen der oberen Extremität,

deren motorisches Rindenfeld, wenn es auch zum Theile in das der unteren Extremität übergreift, weiter nach vorne liegt als das der letzteren,[1] zu einer Zeit schon eine ziemlich hohe Ausbildung erlangt haben, in welcher die Bewegungen der unteren Extremität noch wenig vollkommen sind.

Auf dem Gebiete der Pathologie sprechen die Befunde Tuczek's[2] dieser Erklärung das Wort, indem sie lehren, dass in der Dementia paralytica die Associationsfasern in der Rinde des Stirnhirns und der Insel schwinden, in welche Rindengebiete man das Vermögen der Sprache, „inbegriffen alle Mittel graphischer und mimischer Mittheilung und Tradition" verlegt. Gehen jene Associationsfasern zu Grunde, dann fallen auch die zu einem gemeinsamen Ganzen verbundenen Einzelerregungen und die durch sie bedingten complexen Vorstellungen wieder auseinander in das wirre Getriebe ihrer Elemente. „Und da es gerade die höchsten ethischen Vorstellungen sind, die ausschliesslich durch die Sprache erworben und durch Verknüpfung der meisten Einzelvorstellungen gebildet werden, so müssen sie zuerst ausfallen, wenn ein Glied der Kette sich löst."

Die vorstehende Untersuchung wurde unter Leitung von Herrn Prof. Sigm. Exner ausgeführt, dem ich auch noch an dieser Stelle für die gütige Unterstützung bestens danke.

---

[1] Sigm. Exner, Untersuchungen über die Localisation der Functionen in der Grosshirnrinde des Menschen. Mit 25 Tafeln. Wien, Braumüller 1881.

[2] Tuczek l. c.